# PARC ÉOLIEN
# DE PAUDY (INDRE)
# DENSIFICATION DES PARCS ÉOLIENS
# DU PLATEAU DE LA PLAINE D'ISSOUDUN

DEMANDE D'AUTORISATION D'EXPLOITER
**DECEMBRE 2013 – Version complétée Juillet 2014**

Société Parc Eolien Nordex XXVII Sas

## RESUME NON TECHNIQUE
## ETUDE DE DANGERS

DEMANDE DE PERMIS DE CONSTRUIRE :
PC n° 036 152 13 N 0002 COMMUNE PAUDY (36)
PC n° 036 152 13 N 0003 COMMUNE PAUDY (36)

NORDEX FRANCE

# RESUME NON TECHNIQUE
# ETUDE DE DANGERS

# SOMMAIRE


1. INTRODUCTION 4

1.1. Contexte 4

1.2. Objectif de l'étude de dangers 4

1.3. Localisation du site 4

1.4. Définition du périmètre de danger 5

2. PRESENTATION DE L'INSTALLATION 6

2.1. Caractéristiques générales du parc éolien 6
2.1.1. Eléments constitutifs d'une éolienne 6
2.1.2. Chemins d'accès 6

2.2. Fonctionnement de l'installation 6

3. ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION 8

3.1. Environnement lié à l'activité humaine 8
3.1.1. Zones urbanisées et urbanisables 8
3.1.2. Etablissement recevant du public (ERP) 8
3.1.3. Activité du site 8

3.2. Environnement naturel 8
3.2.1. Contexte climatique 8
3.2.2. Risques naturels 8

3.3. Environnement matériel 8
3.3.1. Voies de communication 8
3.3.2. Réseaux publics et privés 9
3.3.3. Autres ouvrages publics 9

4. REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS 10

4.1. Choix du site 10

4.2. Réduction liée à l'éolienne 10
4.2.1. système de fermeture des portes 10
4.2.2. Balisages des éoliennes 10
4.2.3. Protection contre le risque d'incendie 10
4.2.4. Protection contre le risque de foudre 10
4.2.5. Protection contre la survitesse 10
4.2.6. Protection contre l'échauffement des pièces mécaniques 10
4.2.7. Protection contre la glace 10
4.2.8. Protection contre le risque électrique 10
4.2.9. Protection contre la pollution 11
4.2.10. Conception des éoliennes 11
4.2.11. Opération de maintenance de l'installation 11

5. SYNTHESE DES RISQUES LIES AU PARC EOLIEN 12

6. EVALUATION DES CONSEQUENCES DE L'INSTALLATION 13

6.1. Scénarios retenus pour l'analyse détaillée des risques et méthode de l'analyse des risques 13
6.1.1. Scénarios retenus 13
6.1.2. Méthode retenue 13

6.2. Evaluation des conséquences du parc éolien 13

# 1. INTRODUCTION

## 1.1. CONTEXTE

La société PARC EOLIEN NORDEX XXVII SAS a pour projet de mettre en place un parc de 5 éoliennes d'une capacité de production d'énergie estimée à 37 500 kWh sur la commune de Paudy

Le parc éolien de Paudy, est équipé de 5 éoliennes de type NORDEX N117-R91 et d'un poste de livraison permettant de raccorder le parc éolien au réseau électrique EDF. Le présent dossier constitue le Résumé non technique d'une Etude de dangers complète présentée séparément.

L'étude de dangers a été réalisée suivant la trame du Guide technique de l'élaboration de l'étude de dangers dans le cadre de parcs éoliens (version définitive – mai 2012), reconnu par la Direction générale de la prévention des risques du Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie.

## 1.2. OBJECTIF DE L'ETUDE DE DANGERS

L'étude de dangers expose les dangers que peut présenter le parc éolien en cas d'accident et justifie les mesures propres à réduire la probabilité et les effets d'un accident.

« Une étude de dangers qui, d'une part, expose les dangers que peut présenter l'installation en cas d'accident, en présentant une description des accidents susceptibles d'intervenir, que leur cause soit d'origine interne ou externe, et en décrivant la nature et l'extension des conséquences que peut avoir un accident éventuel, d'autre part, justifie les mesures propres à réduire la probabilité et les effets d'un accident, déterminées sous la responsabilité du demandeur .

Cette étude précise notamment, compte tenu des moyens de secours publics portés à sa connaissance, la nature et l'organisation des moyens de secours privés dont le demandeur dispose ou dont il s'est assuré le concours en vue de combattre les effets d'un éventuel sinistre ».

Le présent dossier est le résumé non technique de l'étude de dangers du dossier de demande d'autorisation d'exploiter.

## 1.3. LOCALISATION DU SITE

Le site est situé en Champagne Berrichonne sur la commune de Paudy dans le département de l'Indre en Région Centre.

**FIGURE 1.** FIGURE 1 : LOCALISATION DU PARC EOLIEN DE PAUDY EN INDRE, REGION CENTRE.

Le projet de parc éolien de Paudy, composé de 5 aérogénérateurs alignés perpendiculairement au vent dominant sur une distance d'environ 1600m.

## 1.4. DEFINITION DU PERIMETRE DE DANGER

Compte tenu des spécificités de l'organisation spatiale d'un parc éolien, composé de plusieurs éléments disjoints, la zone sur laquelle porte l'étude de dangers est constituée d'une aire d'étude par éolienne.
Chaque aire d'étude correspond à l'ensemble des points situés à une distance inférieure ou égale à 500 m à partir de l'emprise du mât de l'aérogénérateur.

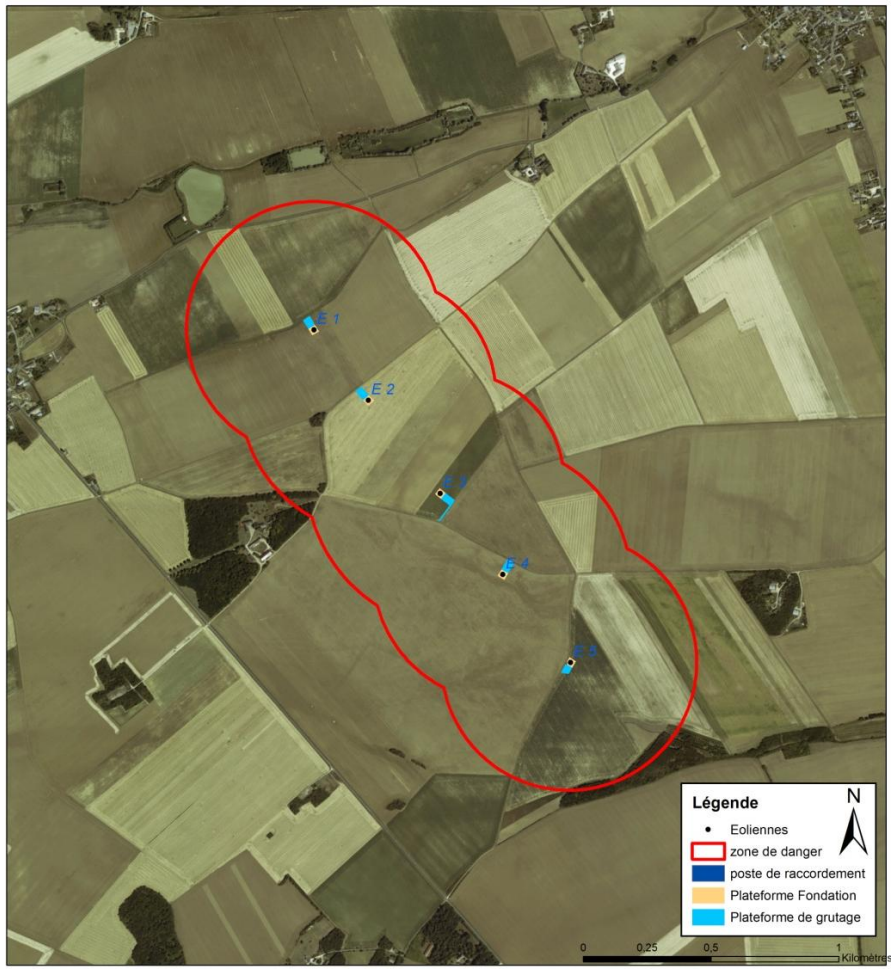


**FIGURE 2.** SITUATION DE L'INSTALLATION. LA ZONE ROUGE REPRESENTE LE PERIMETRE D'ETUDE (500 METRES AUTOUR DE CHAQUE EOLIENNE)

# 2. PRESENTATION DE L'INSTALLATION

## 2.1. CARACTERISTIQUES GENERALES DU PARC EOLIEN

Le parc de Paudy est une centrale de production d'électricité à partir de l'énergie du vent. Il est composé de 5 éoliennes (hauteur sommitale 150m, puissance 3MW) et de leurs annexes (plate-forme, câblage inter-éoliennes, poste de livraison et chemins d'accès).

### 2.1.1. ELEMENTS CONSTITUTIFS D'UNE EOLIENNE

Les éoliennes se composent de trois principaux éléments :

- Le rotor qui est composé de trois pales réunies au niveau du moyeu ;
- Le mât de 91 m de haut ;
- La nacelle qui abrite les éléments fonctionnels permettant de convertir l'énergie cinétique de la rotation des pâles en énergie électrique permettant la fabrication de l'électricité (génératrice, multiplicateur..) ainsi que différents éléments de sécurité (balisage aérien, système de freinage …).

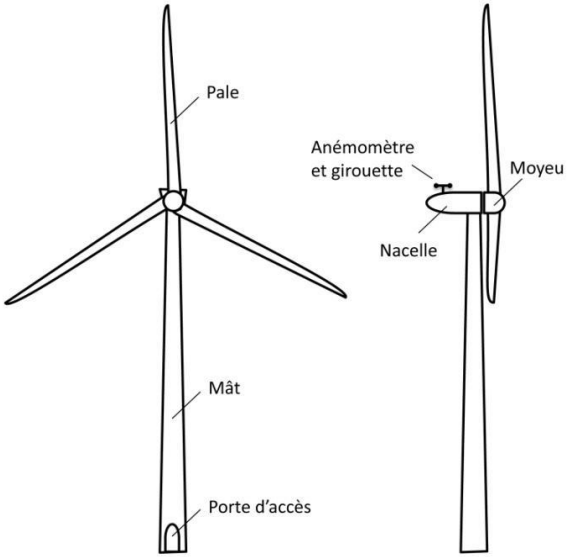


**FIGURE 3.** SCHEMA SIMPLIFIE D'UNE EOLIENNE (SOURCE : INERIS/SER/FEE, 2012)

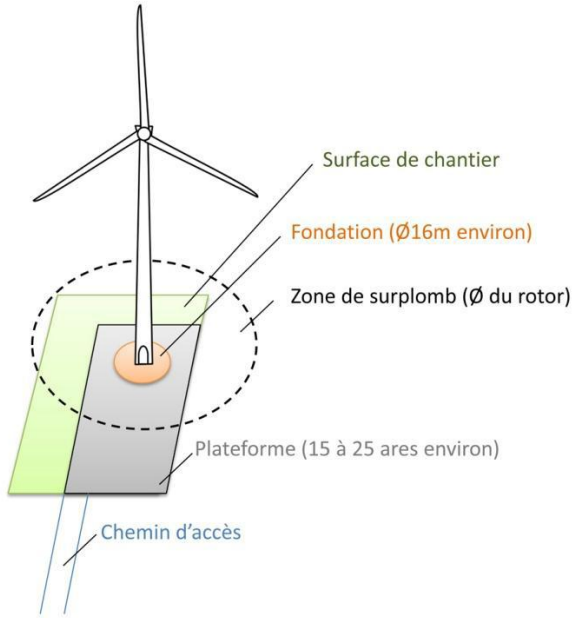


**FIGURE 4.** EMPRISES AU SOL (SOURCE : INERIS/SER/FEE, 2012)

### 2.1.2. CHEMINS D'ACCES

Des pistes d'accès sont aménagées pour permettre aux véhicules d'accéder aux éoliennes aussi bien pour les opérations de construction du parc éolien que pour les opérations de maintenance liées à l'exploitation du parc éolien :

- L'aménagement de ces accès concerne principalement les chemins agricoles existants ;
- Un chemin de 73m de longueur est créé sur une parcelle agricole.

## 2.2. FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

Les instruments de mesure de vent placés au-dessus de la nacelle conditionnent le fonctionnement de l'éolienne. Grâce aux informations transmises par la girouette qui détermine la direction du vent, le rotor se positionnera pour être continuellement face au vent.

Les pales se mettent en mouvement lorsque l'anémomètre (positionné sur la nacelle) indique une vitesse de vent d'environ 10 km/h (2.7 m/s) et c'est seulement à partir de 10,8km/h (3m/s) que l'éolienne peut être couplée au réseau électrique. Le rotor et l'arbre dit « lent » transmettent alors l'énergie mécanique à basse vitesse (8 à 14,1 tours/minute) aux engrenages du multiplicateur, dont l'arbre dit « rapide » tourne environ 100 fois plus vite que l'arbre lent.

La puissance électrique produite varie en fonction de la vitesse de rotation du rotor. Dès que le vent atteint environ 43km/h à hauteur de nacelle, l'éolienne fournit sa puissance maximale. Cette puissance est dite «puissance nominale ».

Pour cet aérogénérateur de 3 MW par exemple, la production électrique atteint 3 000 kWh dès que le vent atteint environ 43 km/h. L'électricité est produite par la génératrice correspond à un courant alternatif de fréquence 50 Hz avec une tension de 660 V. La tension est ensuite élevée jusqu'à 20 000 V par un transformateur placé dans chaque éolienne pour être ensuite injectée dans le réseau électrique public.
Lorsque la mesure de vent, indiquée par l'anémomètre, atteint des vitesses de plus de 90km/h, l'éolienne cesse de fonctionner pour des raisons de sécurité. Deux systèmes de freinage permettront d'assurer la sécurité de l'éolienne :

- Le premier par la mise en drapeau des pales, c'est-à-dire un freinage aérodynamique : les pales prennent alors une orientation parallèle au vent ;
- Le second par un frein mécanique sur l'arbre de transmission à l'intérieur de la nacelle.

# 3. ENVIRONNEMENT DE L'INSTALLATION

## 3.1. ENVIRONNEMENT LIE A L'ACTIVITE HUMAINE

### 3.1.1. ZONES URBANISEES ET URBANISABLES

La FIGURE 5**Erreur ! Source du renvoi introuvable.** répertorie les distances entre le parc éolien de Paudy et les habitations les plus proches. La distance aux zones urbanisables est la même que pour celles aux habitations les plus proches.

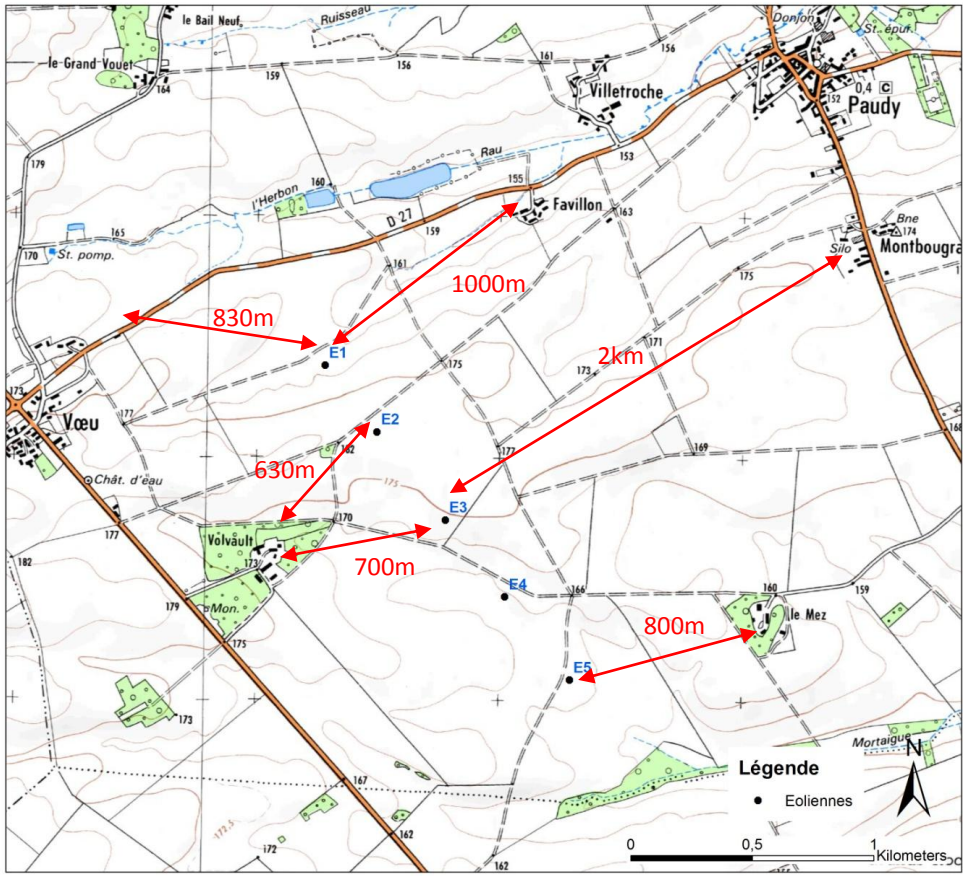


FIGURE 5. DISTANCES AUX HABITATIONS ET ZONES URBANISABLES LES PLUS PROCHES DU PARC

### 3.1.2. ETABLISSEMENT RECEVANT DU PUBLIC (ERP)

Aucune zone urbanisée n'est présent au sein de la zone d'étude.

### 3.1.3. ACTIVITE DU SITE

Aucune installation SEVESO ni ICPE ou installation nucléaire de base ne se trouve autour de la zone de projet.

## 3.2. ENVIRONNEMENT NATUREL

### 3.2.1. CONTEXTE CLIMATIQUE

Le territoire d'étude est soumis à un climat océanique et tempéré. La pluviosité y est modérée. Les températures sont quant à elles relativement resserrées avec une amplitude annuelle de seulement 9°C (T° minimale mensuelle = 7,2°C ; T° maximale mensuelle = 16,3°C). L'activité orageuse sur le territoire d'implantation est faible. La vitesse moyenne de vent dans le secteur de Paudy est de 22.5 km/h. Les vents dominants sont en direction sud-ouest/nord-est.

### 3.2.2. RISQUES NATURELS

Aucun mouvement de terrain significatif n'a été recensé (glissement de terrain, éboulement, coulée ou effondrement) sur la commune de Paudy ou dans les communes avoisinantes. Le risque de mouvements de terrain peut par conséquent être qualifié de très faible.

## 3.3. ENVIRONNEMENT MATERIEL

### 3.3.1. VOIES DE COMMUNICATION

Les seules voies de communication présentes dans la zone d'étude de dangers sont des infrastructures routières, aucune voie ferrée ou navigable n'étant présente.

#### TRANSPORT ROUTIER

Le périmètre d'étude de dangers recoupe les infrastructures routières suivantes :

- Route départementale D27 dont l'éolienne E1 est la plus proche (450 m);
- Routes départementales D 16, D 960 et D65 dont l'éolienne E5 est la plus proche (1km).
- Chemins agricoles utilisés pour l'exploitation des parcelles agricoles environnantes

#### TRANSPORT FERROVIAIRE

Le chemin de fer le plus proche du parc se trouve à 9,4 km du projet éolien de Paudy (ligne Vierzon-Issoudun).

#### TRANSPORT FLUVIAL

La Théols est le cours d'eau le plus proche de la zone d'étude et se situe à 9,5 km de la zone de projet.

#### TRANSPORT AÉRIEN

L'aéroport le plus proche est celui de Vierzon et se trouve à 22 km de la zone de projet. Après consultation de la DGAC, il s'avère que le projet éolien de Paudy se trouve hors des zones intéressées par des servitudes aéronautiques ou radioélectriques. Il ne présente donc aucun danger pour l'aviation civile.

### 3.3.2. RESEAUX PUBLICS ET PRIVES

#### TRANSPORT D'ÉLECTRICITÉ

Une ligne haute tension 225kV se trouve à 3,5 km de la zone de projet.

#### CANALISATIONS DE TRANSPORT

Aucune canalisation de gaz ne se trouve sur la zone d'étude.

#### RÉSEAUX D'ASSAINISSEMENT

Une station d'épuration se trouve dans la commune de Paudy à 2,6 km de l'éolienne la plus proche.

#### RÉSEAUX D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE

Aucune installation zone de protection de captage d'eau ne se trouve sur la zone de projet éolien.

### 3.3.3. AUTRES OUVRAGES PUBLICS

Un château d'eau se trouve à Vœu à 1,1 km de l'éolienne la plus proche.
Un bassin de rétention se trouve également à 650 m de la première éolienne.

## SYNTHÈSE DES PRINCIPALES MESURES DE RÉDUCTION DE RISQUE POUR LES 5 SCENARIOS DÉVELOPPÉS CI-APRÈS

#### CHUTE D'ÉLÉMENTS

Distance aux habitations et aux infrastructures
Maintenance régulière
Formation du personnel

#### CHUTE DE GLACE

Distance aux habitations et aux infrastructures
Système de détection de glace
Maintenance régulière
Formation du personnel

#### EFFONDREMENT D'ÉOLIENNE

Protection contre le risque incendie
Protection contre le risque foudre
Protection contre la survitesse
Protection contre l'échauffement des pièces mécaniques
Protection contre le risque électrique
Maintenance régulière
Formation du personnel

#### PROJECTION DE GLACE

Système de détection de glace couplé à une alarme

#### PROJECTION DE PALE

Protection contre le risque incendie
Protection contre le risque foudre
Protection contre la survitesse
Protection contre l'échauffement des pièces mécanique
Protection contre le risque électrique
Maintenance régulière
Formation du personnel

# 4. REDUCTION DES POTENTIELS DE DANGERS

## 4.1. CHOIX DU SITE

La zone de projet a été choisie de manière à respecter une distance de sécurité minimale aux habitations (500 m), aux routes départementales (150 m), aux autoroutes (250 m), aux lignes hautes tensions (250 m), faisceaux hertziens (150 m) et éoliennes existantes 500m.

## 4.2. REDUCTION LIEE A L'EOLIENNE

### 4.2.1. SYSTEME DE FERMETURE DES PORTES

Porte d'accès dotée d'un verrou à clé;
Détecteur avertissant, en cas d'ouverture d'une porte d'accès, les personnels d'exploitation et de maintenance.

### 4.2.2. BALISAGES DES EOLIENNES

Conformité des éoliennes N117 aux arrêtés en vigueur ;
Balisage lumineux d'obstacle, au niveau de la nacelle, sur chaque éolienne, de jour comme de nuit.

### 4.2.3. PROTECTION CONTRE LE RISQUE D'INCENDIE

Présence de deux extincteurs portatifs à poudre, au pied du mât et dans la nacelle ;
Système d'alarme couplé au système de détection informant l'exploitant à tout moment d'un départ de feu dans l'éolienne, via le système SCADA;
Alerte transmise par le système d'alarme aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant la détection de l'incendie;
Procédure d'urgence mise en œuvre dans un délai de 60 minutes.
Formation du personnel à évacuer l'éolienne en cas d'incendie.

### 4.2.4. PROTECTION CONTRE LE RISQUE DE FOUDRE

Conformité avec le niveau de protection I de la norme CEI 61400-24 ;
Conception des éoliennes N117 à résister à l'impact de la foudre (le courant de foudre est conduit en toute sécurité aux points de mise à la terre sans dommages ou sans perturbations des systèmes).

### 4.2.5. PROTECTION CONTRE LA SURVITESSE

Dispositif de freinage pour chaque éolienne par une rotation des pales limitant la prise au vent puis par des freins moteurs ;
En cas de défaillance, système d'alarme couplé avec un système de détection de survitesse informant l'exploitant à tout moment d'un fonctionnement anormal ;
Transmission de l'alerte aux services d'urgence compétents dans un délai de 15 minutes suivant l'entrée en fonctionnement anormal de l'aérogénérateur;
Mise en œuvre les procédures d'urgence dans un délai de 60 minutes.

### 4.2.6. PROTECTION CONTRE L'ECHAUFFEMENT DES PIECES MECANIQUES

Tous les principaux composants équipés de capteurs de température;
En cas de dépassement de seuils, des alarmes sont activées entraînant un ralentissement de la machine (bridage préventif) voire un arrêt de la machine.

### 4.2.7. PROTECTION CONTRE LA GLACE

Système de protection contre la projection de glace basé sur :

- les informations données par un détecteur de glace situé sur la nacelle de l'éolienne, couplé à un thermomètre extérieur ;
- l'analyse en temps réel de la variation de la courbe de puissance de l'éolienne traduisant la présence de glace sur les pales.

Système de détection de glace générant une alarme sur le système de surveillance à distance de l'éolienne (SCADA) informant l'exploitant de l'événement;
En cas de glace, arrêt de l'éolienne et redémarrage de cette dernière qu'après un contrôle visuel des pales et de la nacelle permettant d'évaluer l'importance de la formation de glace ;
En cas de condition de gel prolongé, maintien des éoliennes à l'arrêt jusqu'au retour de conditions météorologiques plus clémentes.

### 4.2.8. PROTECTION CONTRE LE RISQUE ELECTRIQUE

Conformité des installations électriques à l'intérieur de l'éolienne aux normes en vigueur;

Entretien et maintien en bon état des installations ;
Contrôles réguliers.

## 4.2.9. PROTECTION CONTRE LA POLLUTION

Tout écoulement accidentel de liquide provenant d'éléments de la nacelle (huile multiplicateur et liquide de refroidissement principalement) récupéré dans un bac de rétention.

## 4.2.10. CONCEPTION DES EOLIENNES

### Certification de la machine

Evaluations de conformité (tant lors de la conception que lors de la construction), de certifications de type (certifications CE) par un organisme agréé ;
Déclarations de conformité aux standards et directives applicables ;
Les équipements projetés répondant aux normes internationales de la Commission électrotechnique internationale (CEI) et normes françaises (NF) homologuées relatives à la sécurité des éoliennes ;
Rapports de conformité des aérogénérateurs aux normes en vigueur mis à la disposition de l'Inspection des installations classées.

### Processus de fabrication

La technologie Nordex garant de la qualité de ces éoliennes

## 4.2.11. OPERATION DE MAINTENANCE DE L'INSTALLATION

### Personnel qualifié et formation continue

Tout personnel amené à intervenir dans les éoliennes est formé et habilité :

- Electriquement, selon son niveau de connaissance ;
- Aux travaux en hauteur, port des Equipements personnels individualisés (EPI : casque, chaussures de sécurité, gants, harnais antichute, longe double, railblock (stop chutes pour l'ascension par l'échelle), évacuation et sauvetage ;
- Sauveteur secouriste du travail.

### Planification de la maintenance

Préventive :

- définition de plans d'actions et d'interventions sur l'équipement ;
- remplacement de certaines pièces en voie de dégradation afin d'en limiter l'usure ;
- graissage ou nettoyage régulier de certains ensembles ;
- présence d'un manuel d'entretien de l'installation dans lequel sont précisées la nature et les fréquences des opérations d'entretien afin d'assurer le bon fonctionnement de l'installation ;
- contrôle de l'aérogénérateur tous les trois mois, puis un an après la mise en service industrielle, puis suivant une périodicité annuelle.
- ces contrôles font l'objet d'un rapport tenu à la disposition de l'Inspection des installations classées.
- Curative :
- En cas de défaillance, intervention rapide des techniciens sur l'éolienne afin d'identifier l'origine de la défaillance et y palier.

# 5. SYNTHESE DES RISQUES LIES AU PARC EOLIEN

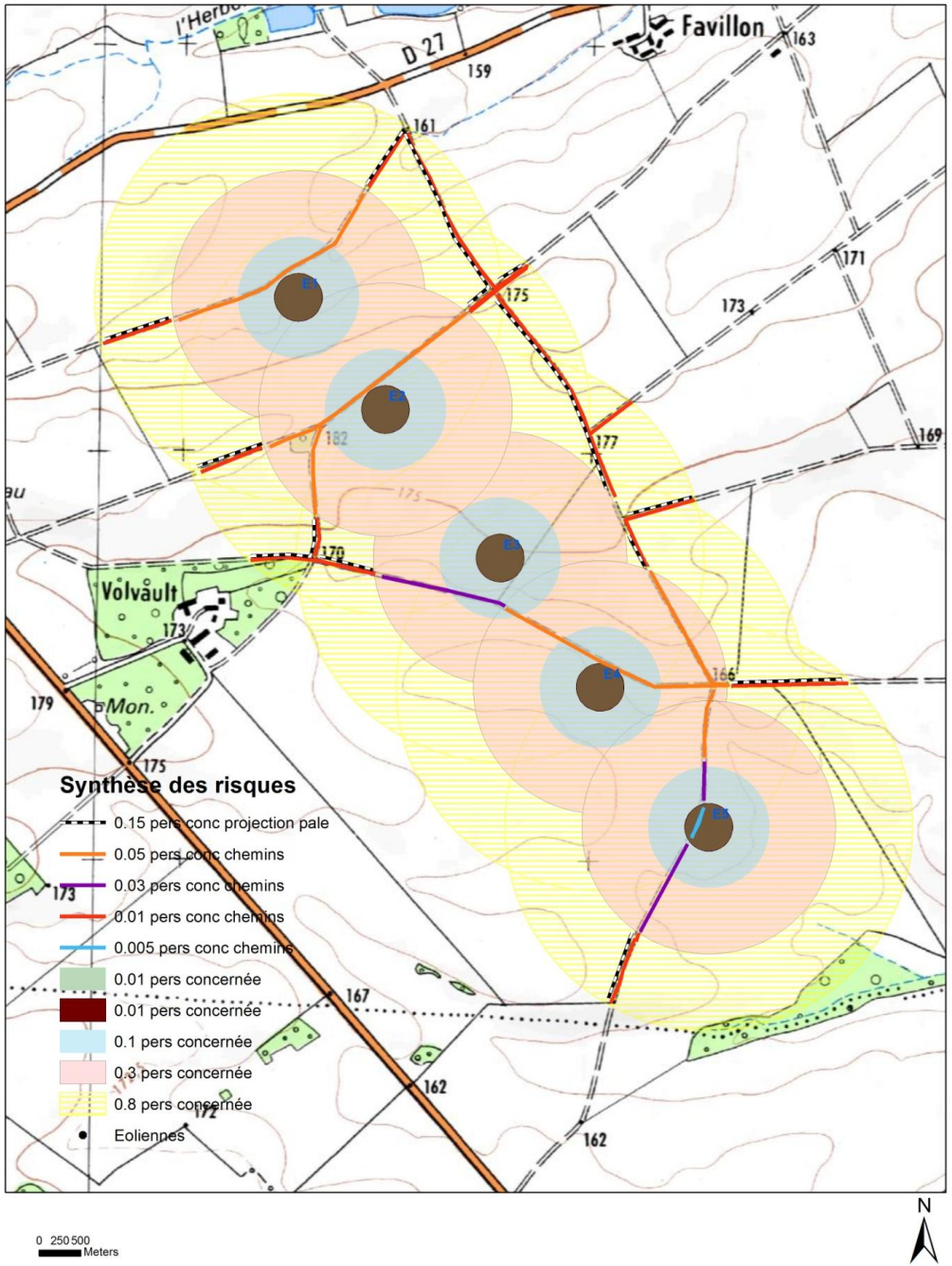


**FIGURE 6.** CARTE DE SYNTHESE DES RISQUES LIES AU PARC EOLIEN DE PAUDY.

# 6. EVALUATION DES CONSEQUENCES DE L'INSTALLATION

## 6.1. SCENARIOS RETENUS POUR L'ANALYSE DETAILLEE DES RISQUES ET METHODE DE L'ANALYSE DES RISQUES

### 6.1.1. SCENARIOS RETENUS

Différents scénarios ont été étudiés dans l'analyse des risques. Seuls ont été retenus dans l'analyse détaillée les cas suivants :

- Chute d'éléments des éoliennes ;
- Chute de glace des éoliennes ;
- Effondrement des éoliennes ;
- Projection de glace des éoliennes ;
- Projection de pale des éoliennes.

Les scénarios relatifs à l'incendie ou concernant les fuites ont été écartés en raison de leur faible intensité et des barrières de sécurité mises en place.

### 6.1.2. METHODE RETENUE

L'évaluation du risque a été réalisée en suivant le guide de l'INERIS/SER/FEE et selon une méthodologie explicite et reconnue (circulaire du 10 mai 2010). Les règles méthodologiques applicables pour la détermination de l'intensité, de la gravité et de la probabilité des phénomènes dangereux sont précisées par cette circulaire.

## 6.2. EVALUATION DES CONSEQUENCES DU PARC EOLIEN

Un risque est jugé acceptable ou non selon les principes suivants :

- Les accidents les plus fréquents ne doivent avoir de conséquences que « négligeables » ;
- Les accidents aux conséquences les plus graves ne doivent pouvoir se produire qu'à des fréquences « aussi faibles que possible ».

Cette appréciation du niveau de risque est illustrée par une grille de criticité dans laquelle chaque accident potentiel peut être mentionné.
La criticité des évènements est alors définie à partir d'une cotation du couple probabilité-gravité et définit en 3 zones :

- En vert: une zone pour laquelle les risques peuvent être qualifiés de « moindre » et donc acceptables, et l'événement est jugé sans effet majeur et ne nécessite pas de mesures préventives;
- En jaune : une zone de risques intermédiaires, pour laquelle les mesures de sécurité sont jugées suffisantes et la maîtrise des risques concernés doit être assurée et démontrée par l'exploitant (contrôles appropriés pour éviter tout écart dans le temps) ;
- En rouge : une zone de risques élevés, qualifiés de non acceptables pour laquelle des modifications substantielles doivent être définies afin de réduire le risque à un niveau acceptable ou intermédiaire, par la démonstration de la maitrise de ce risque.

L'objet de cette analyse se résume à l'étude des phénomènes dangereux concernant le projet de parc de Paudy :

- Chute d'éléments des éoliennes E1, E2, E3, E4, E5 (scénario 1) ;
- Chute de glace des éoliennes E1, E2, E3, E4, E5 (scénario 2) ;
- Effondrement des éoliennes E1, E2, E3, E4, E5 (scénario 3) ;
- Projection de glace des éoliennes E1, E2, E3, E4, E5 (scénario 4) ;
- Projection de pale des éoliennes E1, E2, E3, E4, E5 (scénario 5).

La « criticité » des scénarios et donnée dans le tableau suivant.
La cinétique des accidents pour les scenarios est rapide.

| Conséquence | Classe de Probabilité | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | E | D | C | B | A |
| Désastreux | | | | | |
| Catastrophique | | | | | |
| Important | | | | | |
| Sérieux | | | | | |
| Modéré | | **3 et 5** | **1** | **4** | **2** |

**TABLEAU 1.** MATRICE DE CRITICITE DE L'INSTALLATION (SOURCE INERIS/SER/FEE, MAI 2012).

Légende de la matrice

| Niveau de risque | Couleur | Acceptabilité |
|---|---|---|
| Risque très faible | | acceptable |
| Risque faible | | acceptable |
| Risque important | | non acceptable |

**TABLEAU 2.** MATRICE DE CRITICITE DU PROJET

| | E1 | E2 | E3 | E4 | E5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Effondrement de l'éolienne | | | | | |
| Chute d'éléments de l'éolienne | | | | | |
| Chute de glace | | | | | |
| Projection d'éléments de l'éolienne | | | | | |
| Projection de glace | | | | | |

La criticité résultant du couple Probabilité/Gravité est donc **acceptable**, en se référant à la grille de criticité de la circulaire du 29 septembre 2005, même si celle-ci ne s'applique qu'aux installations soumises à SEVESO, et en tenant compte des mesures de prévention et de protection.